Kinderklinik C der Medizinischen Einrichtungen
der Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. H.J. Bremer

SELENGEHALT DER HAARE VON LIBYSCHEN KINDERN

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Ibrahim Musa - Alzubaidi

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543909_0054

Kinderklinik C der Medizinischen Einrichtungen
der Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. H. J. Bremer

SELENGEHALT DER HAARE VON LIBYSCHEN KINDERN

Dissertation
Zur Erlangung des Grades eines Doktor der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Ibrahim Musa - Alzubaidi

1983

Gedruckt mit Genehmigung der
medizinischen Fakultät der
Universität Düsseldorf

Der Dekan der medizinischen
Fakultät der Universität
Düsseldorf
gez.: Prof. Dr. Bruster

Referent
gez.: Prof. Dr. Bremer
Korreferent
gez.: Prof. Dr. Zimmermann

Inhaltsverzeichnis

		Seite
A	Einleitung	
I	Historischer Überblick und chemische Eigenschaften	1
II	Selenvorkommen in der Erde und ihre geographische Zuordnung	2
III	Selengehalt in Pflanzen	3
IV	Selengehalt in der Nahrung	4
V	Selenkonzentration in Blut und Haaren von Erwachsenen und Kindern	7
B	Spezieller Teil	
I	Ziel der Untersuchung	11
II	Methodik	12
1.	Probandengut	12
2.	Bestimmung des Selengehalts der Haarproben	14
III	Ergebnisse	15
1.	Selengehalt der Haarproben von Kindern aus Nordlibyen	15
1.1	Neugeborene in Nordlibyen	15
1.2	Säuglinge aus Nordlibyen	16
1.3	Kinder im Vorschulalter aus Nordlibyen	16
1.4	Schulkinder aus Nordlibyen	16
1.5	Verlauf	22
2.	Selengehalt der Haarproben von Kindern der Oase Sebha (Südlibyen)	22
2.1	Neugeborene in Südlibyen	22
2.2	Säuglinge (2-4 Monate) aus Südlibyen	22
2.3	Säuglinge (6-10 Monate) aus Südlibyen	26
2.4	Verlauf	26
3.	Vergleich der Selengehalte von Haarproben aus Nord- und Südlibyen	26
C	Diskussion	
	Zusammenfassung	32
	Literaturverzeichnis	34

I Historischer Überblick und chemische Eigenschaften

Im Jahre 1818 wurde durch J.J. Berzelius Selen in Rückständen der ältesten Kupferhütte Schwedens bei Falun entdeckt. Die Geschichte dieser Entdeckung schilderte Berzelius in einem Brief an den Herausgeber des Journals für Chemie und Physik J.S.C. Schweigger.

In seinen Verbindungen ist Selen wie Schwefel zwei-, vier-, und sechswertig. Mit Wasserstoff ergeben sich Verbindungen, die denen des Schwefels entsprechen. Als natürliche Isotopen kommen Selen -80, -78, -76, -82, -77, -74 vor. In der Natur findet sich Selen meistens gemeinsam mit dem Schwefel. Nach Goldschmidt liegt das Verhältnis von Selen zu Schwefel bei 1:6000 (10, 11).

Selen ist in vielen natürlichen Sulfiden enthalten, wie Eisenkies, Kupferkies und ist außerdem wesentlicher Bestandteil einiger seltener Mineralien (z.B. Crookesit) (11).

II Selenvorkommen in der Erde und ihre geographische Zuordnung

Da ein wesentlicher Teil des Selens der Nahrung aus dem Boden stammt, ist die geologische Struktur der einzelnen Gebiete wichtig. Boden und Gesteinsproben aus verschiedenen Gebieten der Erde zeigen unterschiedliche Selengehalte:

0,001 - 3 mg/kg. Dabei sind Vulkangesteine relativ selenreich. Vulkangesteine im Nordwesten der USA besitzen z.B. einen Selengehalt von 0,1 - 0,6 mg/kg (30). Der Selengehalt vulkanischen Gesteins aus Hawaii beträgt sogar 2 mg/kg (30).

Der Selengehalt des Bodens wechselt auf Grund der Vermischung der bodenbildenden Stufen und der Erosion durch Wind und Wasser. Durch Bewässerung und Drainage wird der Selengehalt des Bodens vermindert (6).

Zu den besonders selenreichen Gebieten gehört der mittlere Westen der USA und Kolumbien. Selen in toxischen Mengen, in der Vegetation als ein Indikator selenreicher Böden, findet sich sowohl in Nord- als auch in Südamerika, in Australien, in Südafrika sowie in Algerien und Marokko.

Zu den besonders selenarmen Gebieten der Erde mit einem sehr geringen Selengehalt in der Vegetation zählen die Südinseln von Neuseeland, Teile von Nord- und Südeuropa und die Nordoststaaten der USA (6).

Der durchschnittliche Selengehalt des Wassers ist niedriger als der des Bodens. Seewasser enthält durchschnittlich 0,1 µg/l (21, 33), Meerwasser enthält durchschnittlich 0,09 µg/l (36). Der Selengehalt der Luft wird mit 0,09 µg/100m³ angegeben (15).

III Selengehalt in Pflanzen

Hamilton und Beath (14) beschrieben, daß Pflanzen mehr Selen aufnehmen, wenn dieses Element als Selenat dem Boden zugefügt wird. Diese Aufnahme über das Selenat ist besser als durch organische Selenverbindungen, die dem Boden zugefügt werden. Einige Pflanzen können soviel Selen aufnehmen, daß ihr Genuß bei Tieren zu Vergiftungen führt.

Eingehende Untersuchungen über Selenvorkommen in Kulturböden beschränken sich auf Teile Nordamerikas, wo Vergiftungen des Viehs durch die selenhaltige Vegetation (die sogen. Alkalie-Krankheit) vorkommen (25). Der Selengehalt und die Toxität der Vegetation ist dort an Böden gebunden, deren Muttergestein einige Schiefertonstufen hauptsächlich der Kreidezeit bilden. Diese bestehen aus einer großen Zahl wechsellagernder Schichten von Tonschiefer, Betonit, Kieselschiefer, Kalkstein und Sandstein (6).

Einige Pflanzen benötigen Selen zum Wachstum und reichern es außerdem sehr stark an, sogenannte Indikatorpflanzen (43). Diese Indikatorpflanzen können den Selengehalt von Getreide erhöhen, wenn sie mit untergepflügt werden. Der Selengehalt solcher Felder steigt dann merklich an (3, 4, 5).

Die Anreicherung des Selengehaltes von Pflanzen ist von Spezies zu Spezies verschieden. Insgesamt spiegelt sie aber speziesabhängig den Selengehalt der Böden wieder. Der Selengehalt von Getreide und Futtermitteln liegt durchschnittlich zwischen 0,1 und 0,5 mg/kg. Gemüse mit hohem Schwefelgehalt wie Kohl, Zwiebeln und Knoblauch weisen auch einen höheren Selengehalt auf. Offensichtlich können diese Pflanzen nicht zwischen Selen- und Schwefelverbindungen unterscheiden (31).

IV Selengehalt in der Nahrung

Der Selengehalt der Nahrung zeigt bei verschiedenen Nahrungssorten große Schwankungen, die abhängig vom Selengehalt der Böden sind (34).

Morris und Levander (28) haben fluorimetrische Messungen des Selengehaltes verschiedener Nahrungsmittel in den USA durchgeführt. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, daß Gemüse und Obst selenarm sind. Der durchschnittliche Selengehalt liegt unter 0,01 mg/kg. Ausnahmen bilden Knoblauch mit 0,25 mg/kg, Pilze mit 0,13 mg/kg, Rettich mit 0,04 mg/kg. Getreide enthält durchschnittlich 0,66 mg/kg. Der Selengehalt von Fleisch schwankt zwischen 0,106 mg/kg in Hühnerfleisch und 1,9 mg/kg in Schweinenieren. Der Selengehalt der Meeresfrüchte liegt bei 0,4 bis 0,7 mg/kg. Neben den Schweine- und Rindernieren haben Meeresfrüchte

den höchsten Selengehalt aller menschlichen Nahrungsmittel. In eiweißreichen Nahrungsmitteln ist relativ viel Selen enthalten (22).

Tab. 1 Selengehalt der Nahrung (µg/g Feuchtgewicht)

Nahrung	Thorn und Mitarbeiter 1978 England	Morris & Levander 1970 U.S.A.	Schroeder et al. 1970 U.S.A.	Suzuki et al. 1970 Japan	Arthur 1971/1972 Kanada
Leber	0,06-0,20	0,42	0,18-0,64	0,36	0,20-0,85
Nieren	0,63-2,81	1,40-1,69	1,70-4,17	-	2,40-3,67
Fisch	0,10-0,76	0,33-0,46	0,12-1,23	0,25-1,36	0,36-1,87
Käse	0,12	0,05-0,10	-	-	0,05-0,12
Eigelb	0,20	0,18	-	-	0,69

Die tägliche Selenzufuhr wurde bei gesunden Erwachsenen mit 60 - 150 µg/Tag in den USA (Schröder(35) bzw. 113-219 µg/Tag in Kanada (Thompsen(41) ermittelt. Die durchschnittliche Zufuhr in Venezuela betrug 325 µg/Tag (Mondragon (27). Dagegen fanden sich in selenarmen Gebieten wie der Südinsel von Neuseeland eine Zufuhr von 5-70 µg/Tag (Griffith (12) und in selenarmen Gebieten Chinas eine Zufuhr von 6-20 µg/Tag (Chen (7). Die toxische Grenze der oralen Zufuhr soll bei 500 µg/Selen/Tag liegen (Suzuki (39).

Über die Selenzufuhr im Kindesalter liegen wenige Daten vor. In Kanada (41) und in Deutschland (Stolley (38) wurde sie mit durchschnittlich 25 µg bei Kleinkindern errechnet. Die Selenzufuhr im Säuglingsalter ist noch niedriger. Sie beträgt in Deutschland (23, 24) auf Grund von Messungen bei 3 Monate alten Säuglingen, die mit Kuhmilchformula-Milchen ernährt wurden, durchschnittlich 8 µg und bei gleichalten gestillten Kindern durchschnittlich 22 µg/Tag. Der Selengehalt von reifer Frauenmilch liegt durchschnittlich zwischen 13 und 28 mg/l (22). Das Kolostrum ist selenreicher. Der Selengehalt der Kuhmilch ist in der gleichen Größenordnung wie der der Frauenmilch. Formulamilchen aus Kuhmilch zeigen dagegen einen um mehr als die Hälfte reduzierten Selengehalt (45, 22).

Für den Selengehalt der Nahrung haben neben regionalen Unterschieden auch die Aufbereitungsmethoden von Nahrungs-

mitteln eine große Bedeutung. Beim Erhitzen der Nahrung entweichen flüchtige Selenverbindungen.

Der Selengehalt von pflanzlichen und tierischen Produkten sagt nichts über den Anteil an biologisch verwertbarem Selen aus. Diese Tatsache konnte Schwarz durch biologische Testung verschiedener Selenverbindungen feststellen (37). Bei drei Frauen wurde mit Hilfe von Selen - 75 eine Resorptionsquote von 44 bis 70 % festgestellt (42). Wie groß er bei Säuglingen und Kleinkindern ist, ist unbekannt. Der Selengehalt im tierischen und menschlichen Organismus ist die Resultante aus Resorption, Retention und Ausscheidung. Er ist nicht so umweltabhängig wie der der Pflanzen. Im Körper liegt Selen überwiegend in der Glutathionperoxidase vor (32, 35). Eine Verminderung der Zufuhr führt zu einer Aktivitätsverminderung dieses Enzyms, wobei funktionell durch den Angriffspunkt dieses Enzym an Lipidperoxiden funktionelle Beziehungen zum Vitamin E bestehen (13, 16).

V Selenkonzentration in Blut und Haaren von Erwachsenen und Kindern

Regionale Unterschiede in der Selenzufuhr spiegeln sich in der Selenkonzentration des Vollbluts wieder. Während in Neuseeland der durchschnittliche Selengehalt des Vollbluts bei 68 ng/ml (Griffith (12) liegt, weisen die

Nordamerikaner mit 206 ng/ml in den USA (Alloway (2) bzw. 182 ng/ml in Kanada (Dickson (9) viel höhere Werte auf.

Der Selengehalt der Erythrozyten ist in der Regel bis zu dreimal so hoch wie der des Serums bzw. Plasmas (29). Neben regionalen Unterschieden besteht eine ausgeprägte Altersabhängigkeit des Blutselenspiegels. In Deutschland liegt die Selenkonzentration im Serum des Nabelschnurblutes bei 50 ng/ml, im späteren Säuglingsalter bei 58 ng/ml. Sie steigt dann im Kleinkindalter auf 82 ng/ml und Schulalter auf 92 ng/ml an. Die Selenkonzentration ist in den ersten vier Lebensmonaten mit 34 ng/ml am niedrigsten (24).

Die Selengehalte im Serum deutscher Erwachsener liegen bei 108 ng/ml. Es besteht eine signifikante Korrelation zwischen dem Selengehalt des Serums und der Glutathionperoxidaseaktivität der Erythrozyten (24).

Der Selengehalt der Haare ist für Weidetiere ein verläßlicher Indikator zur Bestimmung des Selenstatus. Über den Selengehalt der Haare des Menschen liegen nur wenige Daten vor. In den USA wurde 1970 (Schröder) bei 8 Menschen im Alter von 3,5 - 84 Jahren ein Selengehalt der Haare von 570 $\pm$ 38 ng/g gefunden und 1980 (35) ein Selengehalt von 460 $\pm$ 440 ng/g. Die Selengehalte in Haaren Erwachsener aus Japan oder Deutschland lagen durchschnittlich bei 1180 bzw. 1950 ng/g (Takeyushi (40), Kasperek 1971(19) Die Untersuchung von 5 Haarproben aus

Italien zeigt besonders deutlich die Schwierigkeit der Haaranalysen (Clemente (8). Die ermittelten Werte lagen zwischen < 200 und 14.800 ng/g mit einem Mittelwert von 1.400 ng/g und einem Median von < 200 ng/g.

Diese divergierenden Zahlen machen es ehr wahrscheinlich, daß in dieser Untersuchung die Frage der Dekontamination der Proben vor der Analyse, d.h. der Probenvorbereitung, nicht gelöst war.

In China (Chen (7) wurde bei epidemologischen Studien ein Selengehalt von durchschnittlich über 200 ng/g bei gesunden Personen in 19 verschiedenen Gebieten ermittelt. In Gebieten mit toxischem Selengehalt des Bodens und der Nahrungsmittel zeigten gesunde Personen, die immer in dieser Region lebten, einen Selengehalt der Haare von 3.690 ng/g auf. In selenarmen Gebieten Chinas, d.h.Endemiegebieten der Kardiomyopathie, lag der durchschnittliche Selengehalt der Haare unter 120 ng/g. Der Selengehalt der Haare spiegelt also deutlich den Selengehalt der zugeführten Nahrung wieder, und dieser ist wiederum abhängig vom Selengehalt des Bodens. Bei normal ernährten Kindern in der Bundesrepublik Deutschland wurde ein Selengehalt der Haare von 429 $\pm$ 117 ng/g gefunden (23).

Diätetisch behandelte Patienten mit Phenylketonurie oder Ahornsirupkrankheit zeigen stark erniedrigte Selengehalte im Plasma, Vollblut, Haaren und in Thrombozyten (21). In den Haaren liegt der Selengehalt bei diesen Patienten zwischen 13 und 140 ng/g mit einem Median von 62 ng/g. Außerdem sind die Aktivitäten der Glutathionperoxidase im Plasma, Erythrozyten und Thrombozyten bei diesen Personen stark erniedrigt. Die Patienten zeigen jedoch keine Krankheitssymptome mit Ausnahme der angeborenen Aminosäurenstoffwechselstörung. Die Diäten enthalten nur etwa 20 % der Selenmenge der Kost gleichaltriger gesunder Kinder.

1979 wurde eine endemische Kardiomyopathie bei Kindern in China beschrieben (20). Im Gebirge, das sich vom Nordosten nach Südwesten erstreckt, wurde diese Keshan-Krankheit genannte Kardiomyopathie bei 11 % aller Kinder beobachtet. Der Selengehalt der Getreide ist in diesen Gebieten sehr niedrig. Der Selengehalt der Haare von Kindern aus den Endemiegebieten lag unter 120 ng/g (20). Die Erkrankung ließ sich allein durch Selensubstitution zum Verschwinden bringen. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Keshan-Krankheit um die erste diagnostizierte spezifische Selenmangelkrankheit beim Menschen. Ob Selenmangel alleine oder weitere andere Faktoren eine Rolle bei der Entstehung dieser Erkrankung spielen, ist noch nicht geklärt.

B Spezieller Teil

I Ziel der Untersuchung

Über den Selenstatus der Bevölkerung Nordafrikas liegen noch keine Daten vor. Der Selengehalt der Haare wurde als Parameter des Selenstatus bestimmt.

Die Ziele der Untersuchung lassen sich wie folgt formulieren: Der Selenstatus libyscher Kinder sollte durch Bestimmung des Selengehalts der Haare ermittelt werden. Es sollte außerdem die Abhängigkeit der Selengehalte dieser Haarproben vom Lebensalter untersucht werden. Daneben sollte geprüft werden, ob Unterschiede der Selengehalte der Haarproben von Kindern aus Nord- und Südlibyen festzustellen sind, da die geologische und landwirtschaftliche Struktur beider Gebiete verschieden ist.

II Methodik

1. Probandengut

Im Zeitraum eines Jahres (Oktober 1979 bis Oktober 1980) wurden insgesamt 69 Haarproben von 41 Kindern aus Tripoli (Nordlibyen) (Gruppe I) und 28 Kinder aus Sebha (Südlibyen) (Gruppe II) entnommen. Es handelt sich bei den Probanden um Kinder, die die Ambulanzen der jeweiligen Krankenhäuser aufgrund leichter akuter Erkrankungen aufsuchten, bzw. um Neugeborene, die aufgrund einer Erkrankung der Mutter auf der Neugeborenenstation betreut wurden.
Die Verteilung der einzelnen Gruppen läßt sich wie folgt darstellen:

Gruppe I besteht aus:

- 11 Neugeborenen (5 Frühgeborenen), von denen 2 mit Muttermilch und 9 mit künstlicher Säuglingsnahrung (Semilac, Pelargon) ernährt wurden. Von den 10 Neugeborenen waren 5 weiblichen und 6 männlichen Geschlechts.
- 10 Säuglinge im Alter von 6-10 Monaten, 7 Jungen und 3 Mädchen. Von diesen Säuglingen wurden 5 gestillt und 5 mit künstlicher Säuglingsnahrung und zusätzlicher Kleinkindkost ernährt.
- 10 Kleinkinder im Alter von 1-4 Jahren männlichen Geschlechts.
- 10 Schulkinder im Alter von 6-14 Jahren männlichen Geschlechts.

Die Gruppe II besteht aus:

- 11 Neugeborenen, von denen 10 mit fertiger Säuglingsnahrung und 1 mit Muttermilch ernährt wurde. Die 10 Neugeborenen konnten nicht gestillt werden, da ihre Mütter entweder während der Geburt verstorben waren (n=2) oder in der geburtshilflichen Abteilung stationär betreut wurden. Es handelt sich um weibliche Neugeborene.
- 8 Säuglinge, 4 Jungen und 4 Mädchen, im Alter von 2-4 Monaten, wurden entweder vollständig (n=4) oder der Rest teilweise gestillt.
- 9 Säuglinge, 5 Jungen und 4 Mädchen, im Alter von 6-10 Monaten. Sie wurden entweder vollständig (n=5) oder teilweise (n=2) gestillt oder mit fertiger Säuglingsnahrung (n=2) gefüttert.

2. Bestimmungsmethoden des Selengehaltes der Haarproben

Als Haarproben wurden etwa 100 mg Haar seitlich vom Hinterkopf der Kinder genommen. Für die Bestimmung des Selengehaltes und anderer Spurenelemente wurden nur die ersten 2 cm über der Kopfhaut verwendet. Vor der Bestimmung wurden die Haarproben 2 x mit Aceton-Methanol (17) gewaschen um Staub, Fette und eventuell vorhandene Pflegemittel zu entfernen.
Die Bestimmung erfolgte ohne Zerstörung der Proben mit der instrumentellen Neutronenaktivierungsanalyse im Labor für Neutronenaktivierungsanalyse des Instituts für Medizin der Kernforschungsanlage Jülich nach der Methode von Kasparek (18).

Neben der Bestimmung der Selenkonzentration der Haarproben erfolgte die Bestimmung anderer Spurenelemente wie Zink, Eisen, Kobalt, Chrom, Silber und Quecksilber. Die Ergebnisse der Bestimmung dieser Elemente werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.
Das Prinzip der Aktivierungsanalyse besteht darin, daß die natürlicherweise vorkommenden stabilen Isotope durch Neutronenbeschuß in entsprechende Radioisotope umgewandelt werden.Diese zerfallen in einem oder mehreren Schritten mit bestimmten Halbwertzeiten unter Ausstrahlung von Beta- und Gamma-Strahlen. Die Energie der Gamma-Strahlen wird mit energetisch gut auflösenden Ge (Li)-Dektoren gemessen. Daraus läßt sich die Art und Menge des Elements bestimmen. Selen wird mit Hilfe seines Radioisotops Se-75 nachgewiesen.

III Ergebnisse

1. Selengehalt der Haarproben von Kindern aus Nordlibyen

1.1. Neugeborene in Nordlibyen

Die Selengehalte der Haarproben Neugeborener Nordlibyens lagen bei 1071 ± 75 ng/g (S.D.). Die Werte zeigten keine sehr große Streubreite. Sie lagen zwischen 940 und 1.200 ng/g. Die Selengehalte der Haarproben von Frühgeborenen (1.070 ± 99 ng/g) (S.D.) entsprachen denen der normal geborenen Kinder (1.073 ± 59 ng/g) (S.D.).

Tab. 1: Selengehalt (10^{-9}g/g) der Haarproben von Neugeborenen aus Nordlibyen:

Anzahl	Reifgeborene	Frühgeborene	Mittelw.	SD
6	6		1073	59
5		5	1070	99
11	6	5	1071	75

1.2. Säuglinge aus Nordlibyen(Gruppe I)

Als Probanden standen der Untersuchung 10 Säuglinge (7 Jungen und 3 Mädchen) im Alter von 6-10 Monaten zur Verfügung. Die Werte der Selengehalte lagen zwischen 164×10^{-9} g/g und 455×10^{-9} g/g. Der Mittelwert($\bar{x}$) betrug $311 \pm 94 \times 10^{-9}$ g/g (S.D.).

1.3. Kinder im Vorschulalter aus Nordlibyen (Gruppe I)

Für diese Untersuchung wurden 10 Kinder im Alter von 1-4 Jahren untersucht. Der Mittelwert der Selengehalte lag bei $409 \pm 117 \times 10^{-9}$ g/g (S.D.). Die Werte zeigten keine große Streuung:
Der niedrigste Wert betrug 275×10^{-9} g/g, der höchste Wert 625×10^{-9} g/g.

1.4. Schulkinder aus Nordlibyen (Gruppe I)

Diese Probandengruppe bestand aus 10 Kindern im Alter zwischen 6 und 14 Jahren. Bei einem Kind im Alter von 14 Jahren fiel der Wert des Selengehalts der Haarprobe überdurchschnittlich hoch aus (4.790 ng/g). Dieser Wert wurde bei der Auswertung der Gesamtgruppe nicht berücksichtigt, da eine Selenkontamination vor oder während der Bestimmung des Selengehaltes vorgelegen haben könnte.

Die Werte der Haarproben der übrigen 9 Probanden lagen zwischen 284 ng/g und 718 ng/g. Der Mittelwert betrug 464 ± 125 ng/g (S.D.).

Selengehalte (10^{-9} g/g) der Haarproben von Neugeborenen aus Nordlibyen

Alter	Geschlecht	Nahrung	Se
21 Tage*	W	Fl.	1110
28 "	M	Fl.	940
22 "	W	Fl.	1010
27 "	W	Fl.	1200
28 "	W	Fl.	1090
10 "	M	Fl.	1090
5 "	M	Fl.	995
5 "	M	MM	1100
30 "	W	MM	1160
30 "	M	Fl.	1020
10 "	W	Fl.	1070

* Frühgeburt

Fl. = Flasche

MM = Muttermilch

M = männlich

W = weiblich

Selengehalte (10^{-9} g/g) der Haarproben von Säuglingen aus Nordlibyen

Proben-Nr.	Nahrung	Alter	Geschlecht	Se.
H 1313	-	8 Monate	M	489
H 1314	KKK	10 "	W	456
H 1315	MM+KKK	9 "	M	283
H 1316	MM+KKK	9 "	M	304
H 1317	MM	8 "	W	293
H 1318	MM+KKK	10 "	M	283
H 1319	KKK	10 "	M	288
H 1320	Fl.	8 "	M	164
H 1321	Fl.	6 "	W	268
H 1322	MM	7 "	M	284

KKK = Kleinkindkost

MM = Muttermilch

Fl. = Flasche

M = männlich

W = weiblich

Selengehalt (10^{-9} g/g) der Haarproben von Kleinkindern aus Nordlibyen

Proben-Nr.	Nahrung	Alter	Geschlecht	Se.
H 1323	KKK	1,4 Jahre	M	275
H 1324	NK	4 "	M	502
H 1325	NK	3 "	M	332
H 1326	KKK	1 Jahr	M	319
H 1327	KKK	2 Jahre	M	369
H 1328	KKK	2 "	M	565
H 1329	NK	3,6 "	M	425
H 1330	NK	3,6 "	M	625
H 1331	NK	3 "	M	321
H 1332	NK	2,6 "	W	355,5

KKK = Kleinkindkost

NK = Normalkost

M = männlich

W = weiblich

Selengehalte (10^{-9} g/g) von Schulkindern aus Nordlibyen

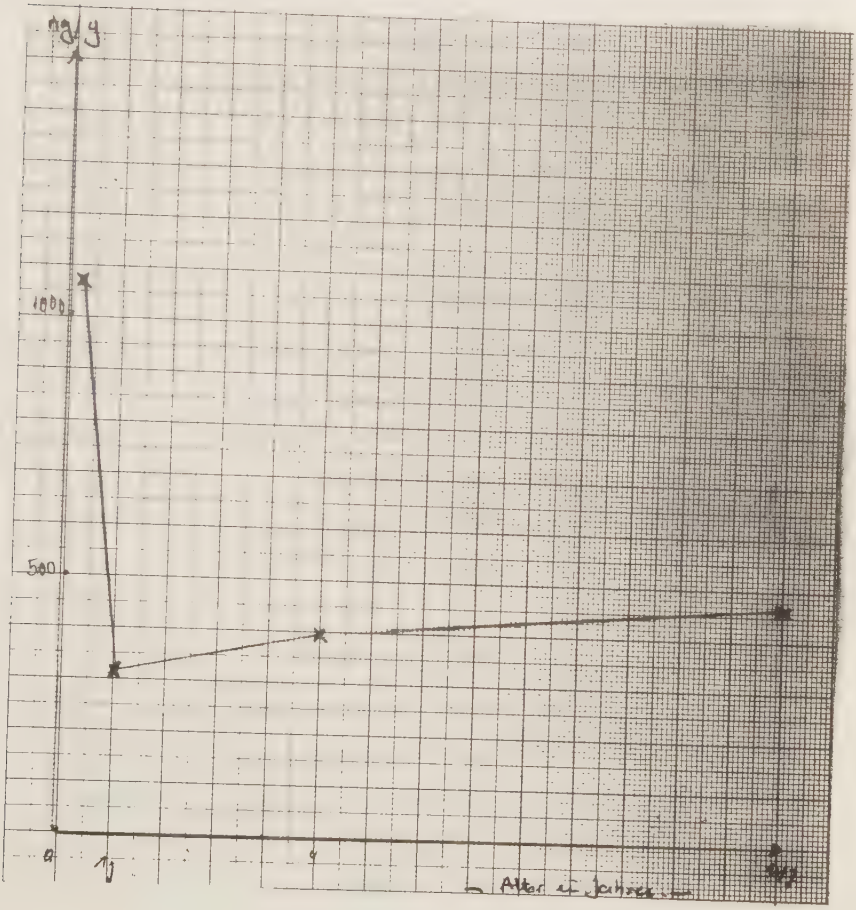
Proben-Nr.	Nahrung	Alter	Geschlecht	Se.
H 1333	N	12 Jahre	M	422
H 1334	N	11 "	M	446
H 1335	N	11 "	M	529
H 1336	N	7 "	M	388
H 1338	N	7 "	M	284
H 1339	N	6 "	M	557
H 1340	N	10 "	M	381
H 1341	N	10 "	M	718
H 1342	N	7 "	M	449

N = Normalkost

M = männlich

Verlauf der Selengehalte der Haare (ng/g) in Abhängigkeit vom Lebensalter bei den Kindern aus Nordlibyen

Abb. 1



1.5. Verlauf

Die Selengehalte aller Haarproben zeigten eine deutliche Altersabhängigkeit. Der Selengehalt fiel von einem Mittelwert von 1.071 ng/g in der Neugeborenenzeit auf 311 ng/g in der späteren Säuglingszeit ab (Abb. 1) und zeigte in den folgenden Jahren nur einen leichten Anstieg auf 409 ng/g im Kleinkindalter bzw. 464 ng/g im Schulalter.

2. Selengehalt der Haarproben von Kindern der Oase Sebha (Südlibyen)

2.1. Neugeborene in Südlibyen

Das Alter der 11 Neugeborenen aus Südlibyen lag zwischen 1 und 14 Tagen.

Die Selengehalte der Haarproben zeigten Werte zwischen 687×10^{-9} g/g und 1.370×10^{-9} g/g.

Der Mittelwert ($\bar{x}$) des Selengehalts der Haarproben lag bei 1.041 ± 228 ng/g (S.D.).

2.2. Säuglinge aus Südlibyen (2-4 Monate)

Die Bestimmung des Selens der Haarproben dieser 8 Säuglinge ergab einen Mittelwert von 835 ± 227 ng/g (S.D.). Diese Werte zeigten eine große Streubreite mit einem niedrigsten Wert von 490 ng/g bei einem 4 Monate alten Säugling und einem höchsten Wert von 1.180 ng/g bei einem 2 Monate alten Säugling.

Selengehalte (10^{-9} g/g) der Haarproben von Neugeborenen aus Südlibyen

Proben-Nr.	Nahrung	Alter	Geschlecht	Se.
H 2729	MM	14 Tage	W	790
H 2731	Fl.	1 Tag	W	1090
H 2732	Fl.	2 Tage	W	946
H 2733	Fl.	2 "	M	1270
H 2734	Fl.	7 "	W	999
H 2735	Fl.	7 "	W	903
H 2736	Fl.	6 "	W	687
H 2737	Fl.	3 "	W	1370
H 2739	Fl.	3 "	W	895
H 2740	Fl.	3 "	W	1370
H 2741	Fl.	2 "	W	1127

MM = Muttermilch

Fl. = Flasche

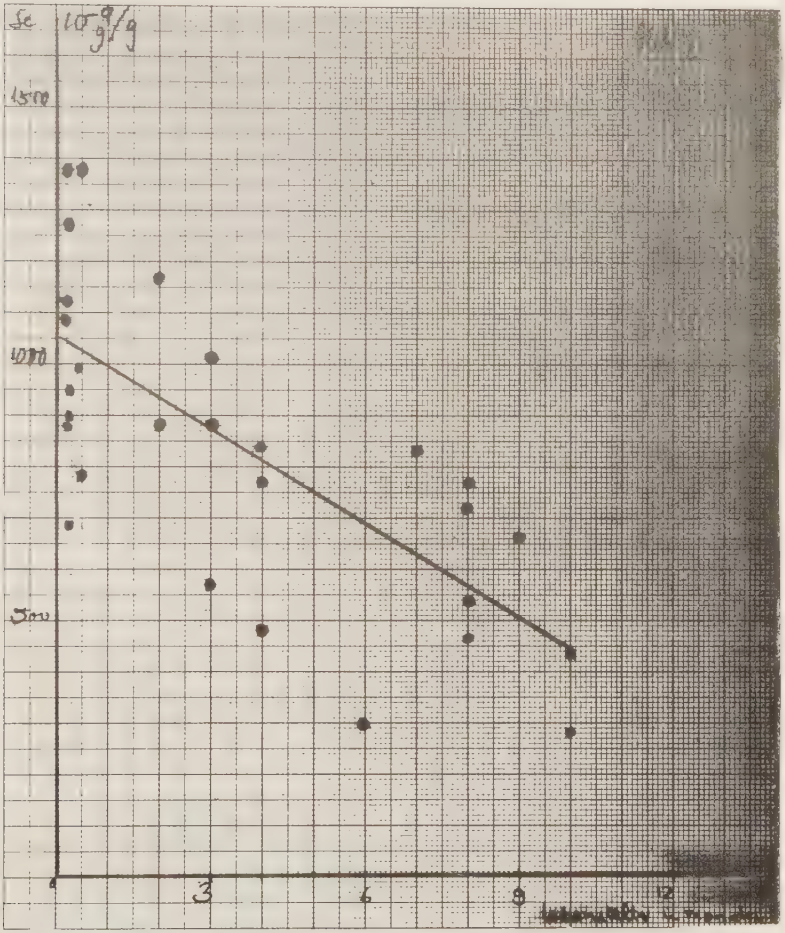
M = männlich

W = weiblich

Selengehalt (10^{-9} g/g) der Haarproben von Säuglingen aus Südlibyen

Proben-Nr.	Nahrung	Alter	Geschlecht	Se.10^{-9}	Zn.10^{-6}
H 2742	MM	4 Monate	M	490	144
H 2743	MM	3 "	W	1020	130
H 2744	MM	3 "	M	568	201
H 2745	MM	2 "	M	1180	299
H 2746	MM+Fl.	4 "	M	765	118
H 2747	MM+Fl.	4 "	W	839	133
H 2748	MM+Fl.	3 "	W	880	239
H 2749	MM+Fl.	2 "	W	934	166
H 2751	MM+Fl.	2 Monate	W	1940	135
H 2752	MM+Fl.	8 "	W	467	71.6
H 2753	MM+Fl.	8 "	M	730	252
H 2754	MM	7 "	W	844	55
H 2755	MM	8 "	M	535	191
H 2756	MM	8 "	M	765	37.5
H 2757	MM	10 "	W	285	120
H 2758	MM	10 "	M	431	146
H 2759	Fl.	9 "	W	661	97.5
H 2760	Fl.	11 "	M	24800	90.5
H 2761	Fl.	6 "	M	297	63.2

Selengehalt (10^{-9} g/g) in Haarproben von Säuglingen aus Südlibyen (Sebha)



2.3. Säuglinge aus Südlibyen (6-10 Monate)

Der Selengehalt der Haarproben von 9,6 - 10 Monate alten Säuglinge lag bei 557 ± 204 ng/g. Den niedrigsten Wert wies ein 6 Monate alter, künstlich ernährter Säugling mit 297 ng/g auf, den höchsten von 844 ng/g ein 7 Monate alter, gestillter Säugling.

Bezüglich der verschiedenen Nahrungsarten der Probanden oder der Geschlechtsverteilung konnten keine Differenzen festgestellt werden, da die meisten Säuglinge gestillt wurden und es sich nur um begrenzte Zahlen handelt.

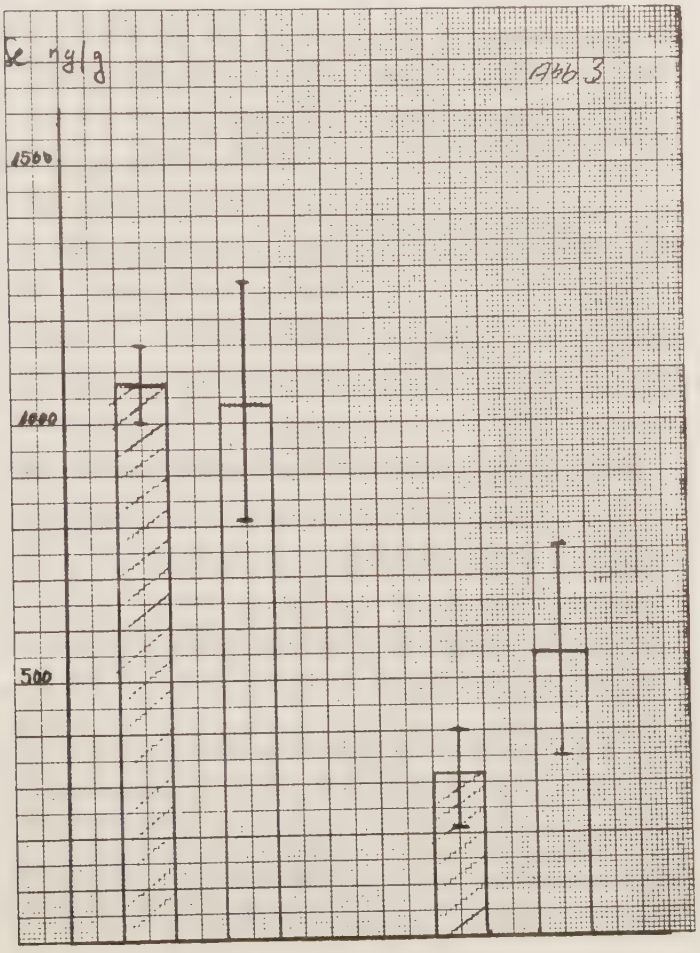
2.4. Verlauf

Die Selengehalte der Haarproben von Säuglingen aus Südlibyen zeigten ebenfalls eine deutliche Altersabhängigkeit (Abb. 2). Sie fielen von durchschnittlich 1041 ng/g in der Neugeborenenzeit auf 835 ng/g im frühen Säuglings- und 557 ng/g im späteren Säuglingsalter ab.

3. Vergleich der Selengehalte von Haarproben aus Nord- und Südlibyen

Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Selengehalten der Haarproben von 11 Neugeborenen aus Nordlibyen mit einem Mittelwert von 1.071 ± 75 ng/g und den von 11 Neugeborenen aus Südlibyen mit 1.041 ± 228 ng/g. In beiden Regionen kam es außerdem zu einem signifikanten Abfall der Selengehalte der Haarproben im 2. Lebensjahr.

Die Selengehalte der Haarproben von 10 Säuglingen mit einem mittleren Lebensalter von 8,5 Monaten aus Nordlibyen zeigen mit 311 ± 94 ng/g niedrigere Werte als von 10 Säuglingen in Südlibyen mit einem mittleren Lebensalter von 8,2 Monaten und einem Selengehalt von 557 ± 204 ng/g (Abb. 3).



Diskussion

Libyen zählt im Norden zur mediterranen Klimazone und im Süden zum sehr trockenen subtropischen Bereich. Über den Selengehalt der Böden und Nahrungsmittel ist bisher nichts veröffentlicht worden. Die Ernährung umfaßt im wesentlichen Getreideprodukte, wie Weizenbrot, Nudeln, Hirseprodukte (Kus-Kus); Gemüse wie Tomaten, Auberginen, Zuchini; Obst wie Orangen, Äpfel, Birnen; Fleisch wie Hammelfleisch, Rindfleisch und selten Kamelfleisch. Alle Speisen werden mit viel Olivenöl zubereitet. Selenreiche Speisen, wie Fisch und andere Meerestiere, werden selten verzehrt. Die Ernährung junger Säuglinge entspricht der Ernährung europäischer und nordamerikanischer Säuglinge und besteht aus Muttermilch oder Kuhmilchformula. Fertigprodukte aus Gemüse und Fleisch oder Obstbreie werden selten gefüttert. Unterschiede zwischen den Nahrungsgewohnheiten des Nordens und des Südens bestehen insofern, als im Süden weniger Obst und Gemüse gegessen wird, stattdessen mehr Kohlenhydrate und Getreideprodukte. In geringem Umfang werden Datteln verzehrt.

Vor 20 Jahren wurden Mangelernährungen, insbesondere Proteinmangelernährung, Kwashiorkor, häufiger beobachtet als heute. Patienten mit Kwashiorkor werden heute im Norden nur sporadisch, in den besiedelten Oasen des Südens selten beobachtet. In der Regel besteht eine

Korrelation zwischen dem Protein- und dem Selengehalt der Nahrung, wobei mit Ausnahme der Milchprodukte tierische Nahrungsmittel selenreicher als pflanzliche sind. Über die Versorgung mit Spurenelementen in Libyen ist bisher noch nichts bekannt.

Wegen der klimatischen Bedingungen, des langen Transportweges und der relativ guten Korrelation zwischen Selenzufuhr und Haarselengehalt bieten sich Haaranalysen zur Untersuchung der Selenversorgung an. Der mittlere Selengehalt der Haarproben Neugeborener in Libyen lag mit über 1000 ng/g im Bereich der Werte, die für gesunde Erwachsene in Mitteleuropa (460-1950 ng/g) angegeben werden. Den großen Schwankungen der Selengehalte von Haarproben Erwachsener, die bisher veröffentlicht wurden, liegen zum Teil regionale Unterschiede zugrunde, z.T. können sie jedoch auf methodische Schwierigkeiten bei der Probenvorbereitung, d.h. bei der Entfernung von schwefel- und selenhaltigen Pflegemitteln von der Haaroberfläche, beruhen. Ausgeprägte regionale Unterschiede wurden bisher in China beobachtet. Es gibt in China Gebiete mit selenreichen Böden, die zu Intoxikationen von Tieren und seltener Menschen führen. In diesem Gebiet, wie z.B. Enshi, liegt der mittlere Selengehalt im Haar von gesunden Bewohnern bei 3690 ng/g. Bei 6 Personen, die möglicherweise aufgrund von Selenvergiftungen Haare und Nägel verloren, lag der mittlere Selengehalt der Haare sogar bei 32200 ng/g.

In Beijing zeigen dagegen gesunde Mitglieder eines Untersuchungsteams einen Selengehalt von 812 ng/g. In selenarmen Gebieten Chinas mit endemischer Kardiomyopathie lag der Selengehalt der Haare unter 120 ng/g.

Der Selengehalt der Haare von diätisch behandelten Patienten mit Phenylketonurie oder Ahornsirupkrankheit zeigt ähnlich niedrige Werte mit einem Median von 62 ng/g bei einer Streubreite von 14-130 ng/g. Die Selengehalte aller untersuchten Haarproben von 68 libyschen Kindern lagen dagegen über 164 ng/g und unter 1370 ng/g, so daß die Werte keinen Anhalt für einen Selenmangel bzw. eine Selenintoxikation geben.

Erstaunlich ist die ausgeprägte Altersabhängigkeit der Selengehalte der Haarproben. Sie fielen im Verlauf des ersten Lebensjahres im Norden und Süden auf ein Drittel bzw. auf die Hälfte der Ausgangswerte ab. Alle Werte lagen jedoch deutlich über denen in China bei Kindern mit Kardiomyopathie gemessenen Werten.

Selengehalte in Haarproben von Säuglingen wurden bisher nicht veröffentlicht. Der beobachtete Abfall der Selengehalte während der Säuglingszeit entspricht dem Abfall der Selengehalte in Vollblut und Serum, die von verschiedenen Untersuchern in Gebieten der Erde mit sehr unterschiedlichen Selenversorgung wie Neuseeland und Deutschland schon früher beobachtet wurden (Mc Kanzy 78 (23).

Die Bestimmung der Selengehalte von Haarproben eignet sich damit auch in der frühen Kindheit zur Ermittlung des Selenstatus.

Die Selenzufuhr mit der Nahrung ist in den ersten Lebensmonaten wegen der ausschließlichen Milchzufuhr niedrig. Milch gehört zu den Nahrungsmitteln mit relativ niedrigem Selengehalt. Diese niedrige Zufuhr spiegelt sich somit in den beiden bisher untersuchten Geweben bzw. Körperflüssigkeiten, nämlich Blut und Haaren, wieder. Über den Selenstoffwechsel im menschlichen Körper wissen wir bisher noch wenig. Der Abfall der Selengehalte in Blut und Haaren in 2-3 Monaten spricht für wenigstens ein großes Kompartiment mit einer relativ kurzen Halbwertzeit.

Zusammenfassung

Selen gehört zu den essentiellen Spurenelementen. Selenmangel oder Selenüberschuß führt bei Säugetieren zu Selenmangelkrankheiten oder Selenintoxikation. Da sich regionale Unterschiede der Selenzufuhr in der Selenkonzentration des Vollblutes wiederspiegeln, und diese Tatsache eventuell auch für den Selengehalt des Haares gilt, wurde der Selengehalt von Haarproben libyscher Kinder aus Nord- und Südlibyen mit Hilfe der Instrumentellen Neutronenaktivierungsanalyse ermittelt.

Für Weidetiere ist der Selengehalt der Haare ein verläßlicher Indikator zur Bestimmung des Selenstatus. Über den Selengehalt der Haare des Menschen liegen nur wenige Daten vor.

Da der Selengehalt der Haare den Selengehalt der zugeführten Nahrung wiederspiegelt, wurden die Bestimmungen aufgrund der verschiedenen Eßgewohnheiten der libyschen Bevölkerung in verschiedenen Regionen Libyens durchgeführt.

Der Selengehalt der Haare wurde bei 69 Kindern (41 aus Nordlibyen, 28 aus Südlibyen) untersucht. Die Ergebnisse zeigen, daß der Selengehalt aller Haarproben deutlich altersabhängig ist.

Der Selengehalt der Haarproben aus Nordlibyen fiel von einem Mittelwert von 1.071 ng/g in der Neugeborenenzeit

auf 311 ng/g in der späteren Säuglingszeit ab und zeigte einen leichten Anstieg auf 464 ng/g im Schulalter.

Die Ergebnisse aus Südlibyen zeigen, daß der Selengehalt aller Haarproben ebenfalls altersabhängig ist.
Der Selengehalt fiel von durchschnittlich 1.041 ng/g in der Neugeborenenzeit auf 835 ng/g im frühen Säuglings- und 557 ng/g im späteren Säuglingsalter ab.
Der Vergleich des Selengehalts von Haarproben aus Nord- und Südlibyen zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Selengehalt der Haarproben von Neugeborenen aus Nord- und Südlibyen. In beiden Regionen kam es desweiteren zu einem signifikanten Abfall des Selengehalts der Haarproben im zweiten Lebensjahr.

Literaturverzeichnis

1. AMIN, S., CHEN, S.Y., COLLIPP, P.J., CASTRO-MAGANA, M., MADDAIAH, V.T. and KLEIN, S.W.: Selenium in Premature Infants. Natr. Metab. 24 : 331-340 (1980)

2. ALLOWAY, W.H., KUBOTA, J., LOSEE, F. and ROTH, M.: Selenium, Molybdenum and Vanadium in Human blood. Arch. Envir. Hlth. 16 : 342-348 (1968)

3. BEATH, O.A., EPPSON, H.F. and GILBERT, C.S.: The use of indocator Plants in locting seleniferous area in western of U.S.A.: IV progress repor. Am. J. Bot. 28 : 887-900 (1941)

4. BEATH, O.A., GILBERT, C.S. and EPPSON, H.F.: The use of indicatorplants in seleni-ferous area in western U.S.A. Am. J. Bot. (1939)

5. BEATH, O.A., EPPSON, H.F. and GILBERT, C.S.: Selenium ditribution and seasonal variation of type vegetation occurring on seleniferous soil. Am. J. Phar. Assoc. 26 : 394-405 (1937)

6. BYERS, H.G.: U.S. depot. Agric. Waschington Tec. band Nr. 482 (1935) band Nr. 530 (1936)

7. CHEN, X.: Keshan Disease Research Group of the Chinese Academy of Medical Sciences.. Studies on the relationship between Selenium and Keshan Disease: Proceeding of national symposium on the etiology of Keshan Disease in 1973. (PP. 181, 1974)

8. CLEMENTE, G.F., CIGNA-ROSSI, L., SANTARONI, G.P.: Trace element of hair in the Italianpopulation. International Atomic Energy Agency Publ. SM 227/13 Wien (1978) : 527-543

9. DICKSON, R.C., TOMLINSON, R.H.: Selenium in blood and human tissues Clin.Ch. Acta. 16 : 311-331 (1967)

10. FISCHER, FRERICHS, AWE: Handbuch der Chemie pp 1-4, 176-177 (1937)

11. GOLDSCHMIDT, V.M.: Geochemistry Oxford University Press. PP 532-540 London (1954)

12. GRIFFITHY, N.H., THOMSON, CH.O.: Selenium in whole blood of New Zealand residents. New Z.J. med. 80, 199-202 (1974)

13. HAFEMANN, D.G., HOEKSTRA, W.G. et al.: Effect of diatory Selenium on erythrocyte and Liver glutathione peroxidase in the rat. J. Nut. 104, 580-587 (1974)

14. HAMILTON, J.W. and BEATH, O.A.: Amount and chemical form of selenium in vegtables plants. J.Agr. Food Chem. 12, 371-374 (1964)

15. HASHIMOTO, J. and WINCHESTER, J.W.: Selenium in the atmosphere. Environ. Sc. Tech. 1, 338-340 (1967)

16. HOEKSTRA, W.G.: Biochemical function of selenium and its relation to vitamin E. Fed.pro., fed. am. soc. biol. 34, 2083-2089 (1975)

17. JERVIS, R.E.: Applications of activation analysis in forensic science. International Atomic Energy Agency, Amsterdam (1767)

18. KASPEREK, K.: Analytical techniques for the determination of 20 trace elements in biological samples by means of instrumental thermal neutronactivation analysis.
In: Proc of the 2nd internat conf on nuclear methods in environmental research, U.S. Energy research and development administration. Conf. 740701 (1974)

19. KASPEREK, K., SILLER, V., FEINENDEGEN, L.E.: Aktivierungsanalyse von von Spurenelementkonzentrationen im menschlichen Kopfhaar: Einfluß von Geschlecht, Alter und Umwelt.
Erg. Klin. Nukl. Med., Suppl. 9, 123 (1971)

20. Keshan Disease Research Grpup of the Chinese Academy of Medical Sciences: Epidemiologic Studies on the etiologic relationship of selenium and Keshan Disease.
Ibid. 92, 477 (1979)

21. LINDBERG, P.: Selenium determination in plant a animal and in water. A methodological study.
Acta. Vet. Scand. Suppl. 23, (1968)

22. LOMBECK, I., KASPEREK, K., BONNERMANN, B., FEINENDEGEN, L.E., BREMER, H.J.: Selenium content of human milk, cow's milk and cow's milk infant formulas.
Eur. J. Pediat. 129 : 139-145 (1978)

23. LOMBECK, I., KASPEREK, K., FEINENDEGEN, L.E., BREMER, H.J.: Selenium State of Healthy Children.
Eur. J. Pediat. 125 : 81-88 (1977)

24. LOMBECK, I., KASPEREK, K., HARBISCH, H.D., BECKER, K., SCHUMAN, E., SCHRÖTER, W., FEINENDEGEN, L.E., BREMER, H.J.: Selenium State of Children.
Eur. J. Pediat. 128 : 213-223 (1978)

25. MAAG, D.D., ORSBORN, J.S., and CLIPTON, J.R.: The Effect of Sodium-selenite on Cattle. Am. J. Vet. 21 : 1049-1053 (1960)

26. McKENZIE, R.L., REA, H.M., THOMSON, C.D. et al.: Selenium concentration and glutathion-peroxidase activity in blood of New Zealand infants and children. Am. J. Clin. Nutr. 31 : 1413 (1978)

27. MONDRAGON, M.C. and JAFFE, W.G.: Consumption of selenium in caracas compared with some other cities. Arch. Latinoam. Nutr. 26 : 341-352 (1976)

28. MORRIS; V.C. and LEVANDER, O.A.: Selenium content of Foods. J. Nutr. 100 : 1383-1388 (1970)

29. OH, S.H., GANTHER, H.E. and HOEKSTRA, W.G.: Selenium as a component of glutathione-peroxidase isolated from ovine erythro cytes. Biochemistry, 13 : 1825-1829 (1974)

30. ROSENFELD, I., BEATH, O.A.: Geological distribution of selenium in: Selenium Gebotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition. Acad. Press New York and London ; 9-60 (1964)

31. ROSENFELD, I. and BEATH, O.A.: Accumulation of selenium by plants in: Selenium Geobotany, Biochemistry, Toxicity, and Nutrition. Acad. Press New York and London ; 91-140 (1964)

32. ROTRUCK, J.T., POPE, A.L., GANTHER, H.E., SWANSON, A.B., HAFEMAN, D.G., HOEKSTRA, W.G.: Selenium: Biochemical role as a component of glutathion-peroxidase. Science 179; 588-590 (1973)

33. SAKURAI, H., and TSUCHIYA, K.: A tentative recommendation for the maximum daily intake of selenium. Environ. Physiol. Biochem. 5 : 107-118 (1975)

34. SCOTT, M.L.: The Selen dilema. J. Nutr. 10 (3) : 803-810 (1973)

35. SCHROEDER, H.A., FROST, D.V. and BALASSA, J.J.: Essential trace metals in man "Selenium". J. Ch. Dis. 23 : 227-243 (1970)

36. SCHUTZ, D.F. and TUREKIAN, K.K.: The investigation of the geographical and vertical distribution of the several trace elemente. Geochem. Cosmochem. Acta. 29 : 259-313 (1965)

37. SCHWARZ, K. and PATHAK, K.D.: The biological essentiality of selenium and the development of biologically active organoselenium compounds of minimum toxicity. Chem. Scripta. 8A : 85-95 (1975)

38. STOLLEY, H., KERSTING, M., DROESE, W.: Spurenelemente- und Schwermetallaufnahme mit Nahrung von 2-14 Jahren alten Kindern. Monatschr. Kindhk. 129 : 233-238 (1981)

39. SUZUKI, S., KOIZUMI, S., HAVADO, H., ITO, K. and TOTANI, T.: Selenium content of foods soil and water. Annual. Report of Tokjo Metropolitan Research Laboratory of Public Health. 22 : 153 (1970)

40. TAKEUCHI, T., HAYASHI, J., TAKADA, J., KOYAMA, M., KOZUKA, A., TZUJI, H., KUSAKA, Y., OHMORI, S., SHINOGI, M., AOKI, A., KATAYAMA, K., TOMIYAMA, T.: In hair of normal Japanese. International Atomic Energy Agency Publ. SM 227/17 Wien (1978) : 545-561

41. THOMPSON, J.N., ERDY, P. and SMITH, D.C.: Selenium content of food consumed by canadians. J. Nutr. 105 : 274-277 (1975)

42. THOMSON, C.D., and STWART, R.D.H.: The metabolism of 75-Se-selenite in jong women. Brit. J. Nutr. 32 : 47-57 (1974)

43. TRELEASE, S.F., TRELEASE, H.M.: Selenium a stimulating and possibly essential element for indicator plants. Am. J. Bot. 25 : 372-380 (1938)

44. WATKINSON, J.H.; The selenium status of New Zealand. New Zealand med. J. 523 : 202-205 (1974)

45. ZABEL, N.L., HARLAND, J., GANTHER, H.E.: Selenium content of commercial formula diets. 3rd. International Symposium on Trace Element metabolism in man, July 1977.

Hair selenium content during infancy and childhood

Ibrahim Musa Al-Zubaidi*, Ingrid Lombeck*, K. Kasperek**,
L.E. Feinendegen**, H.J. Bremer*

*University Children's Hospital C, Moorenstr. 5,
D-4000 Düsseldorf 1

**Medical Institute, The Nuclear Research Centre,
D-5170 Jülich, F.R.G.

Introduction

Recently an endemic cardiomyopathy has been found in children and in women of child-hearing age, the Keshan disease (8). Affected patients had a very low selenium content of hair. A similarly low selenium content of hair has also been found in dietetically treated patients with phenylketonuria and maple-syrup-urine disease in whom also other biochemical parameters of selenium metabolism point to a low selenium state. Young infants show a moderate decrease of serum selenium (9) probably because of the low selenium content of milk. However, data about the hair selenium content of infants have not been pulished yet. Because there is a correlation between a reduced selenium content of hair and a reduced selenium state, data on selenium content of hair in all age classes ahould be available in order to check the nutritional state of a respective population and to find out cases of deficiency.

Methods

Hair samples were taken from those infants and children in North Libya (environment of Tripoli) who visited the outpatient clinic because of acute diseases. Children who suffered from chronic diseases were excluded. Furtheron hair samples were taken from healthy infants in Sebha, an oasis in South Libya with extremely arid climate. The infants were partially breast-fed and partially received commercially available cow's milk formulae (Table 1).

The children got mixed food, e.g. in Tripoli fruits, vegetables, bread and meat; in Sebha more cereals but less meat, vegetables and fruit were consumed. About 100 mg of hair - the first 1.5 cm close to the scalp of the left occipital region - were prepared (5) for selenium analysis by instrumental neutron activation analysis (7).

Results

1. The hair selenium content of infants and children of different ages from North Libya:

   In 11 newborns from Tripoli the hair selenium content was 1071 ± 75 ng/g. There was no difference between the hair selenium content of mature (1072 ± 59 ng/g; n=6) and premature infants (1070 ± 99 ng/g; n=5). 10 infants, 7-10 months old, exhibited a hair selenium content of 301 ± 99 ng/g. In 10 children, 1-4 years old, the hair selenium content amounted to 409 ± 227 ng/g, and in 10 children, 6-12 years old, to 462 ± 125 ng/g.

2. The hair selenium content in infants from Sebha (South Libya):

   The values of the hair selenium content of infants from Sebha exhibited also a decline during early infancy. The values significantly drop from 1041 ± 228 ng/g (n=11) in newborns to 835 ± 227 ng/g (n=8) in young infants, and furtheron to 557 ± 204 ng/g (n=10) in older infants (fig. 1) (r= -0.74).

3. Comparison of the selenium content of hair samples in North and South Libya.

There was no difference between the values of the newborns from North and South Libya, 1071 ± 75 ng/g versus 1041 ± 227 ng/g. During infancy there was a rapid decrease of the values to 301 ± 99 ng/g in infants, 7-10 months, in North Libya and 557 ± 204 ng/g in infants of South Libya. The mean of these values is significantly different ($p < 0.01$).

4. The selenium content of hair samples in school children.

The values of children in North Libya are in the same range as in German ($\bar{x}$ = 429 ± 117 ng/g) (12) or in Persian children ($\bar{x}$ = 394 ± 115 ng/g) (unpublished results).

Discussion

The high selenium content of hair of newborns of over 1000 ng/g probably reflects a normal selenium state. These values fit to those of the few studies reported in adults and children (Table 2). The rapid decline of the hair selenium content during infancy to 30-50 % of the newborn values is caused by the low selenium content of their food because human milk and especially cow's milk formulae are rather poor sources of selenium (11). The decline of hair selenium is following a decline of selenium in whole blood and serum, as had been found previously (9). The hair

selenium content of all Libyan children was with the exception of one 8 months old child (164 ng Se/g hair) above 230 ng/g and below 1330 ng/g. Therefore, there is no indication for selenium deficiency or intoxication in Libya.

In China, in areas where the Keshan disease occur, the mean hair selenium content of children and adults is below 120 ng/g (1). The low hair Se content correlates well to the incidence of the endemic cardiomyopathy, Keshan disease. Patients with some inborn errors of amino acid metabolism, treated with a diet with low selenium content (10). also exhibited a very low hair selenium content (range 13-140 ng/g) which corresponds to the low values of the Chinese patients. Chinese patients with signs of alimentary selenium intoxication show an average hair selenium content of 32 200 ng/g (4). Considering the hair selenium values in real selenium deficiency states and in cases of selenium intoxication the above reported hair selenium values of infants and children can be taken as normal reference values for checking the selenium state epidemiologically or for diagnostic purposes in a single case.

Abstract

Hair selenium content was estimated by instrumental neutron activation analysis in Libyan infants and children. There was no significant difference between the values of young infants from North and South Libya. The hair selenium content rapidly decreased from 1071 ± 75 ng/g in newborns to 301 ± 99 ng/g in 7-10 months old infants in North Libya and 557 ± 204 ng/g in South Libya, resp. In North Libya the values of preschool children were 409 ± 117 ng/g and those of schoolchildren 464 ± 124 ng/g.

Key words: selenium, hair, infants, children.

Table I: Composition of the hair samples

age	number	sex m	sex f	location	human milk	cow's milk formula
newborn	11	5	6	Tripoli	2	9
7-10 mo	10	7	3	"	8	2
1-4 yr	10	10		"		xx
6-14 yr	10	9	1	"		xx
newborn	11	1	10	Sebha	2 (1)*	9
2-4 mo	8	4	4	"	8 (4)*	
7-10 mo	10	6	4	"	8	2

*human milk + formulas

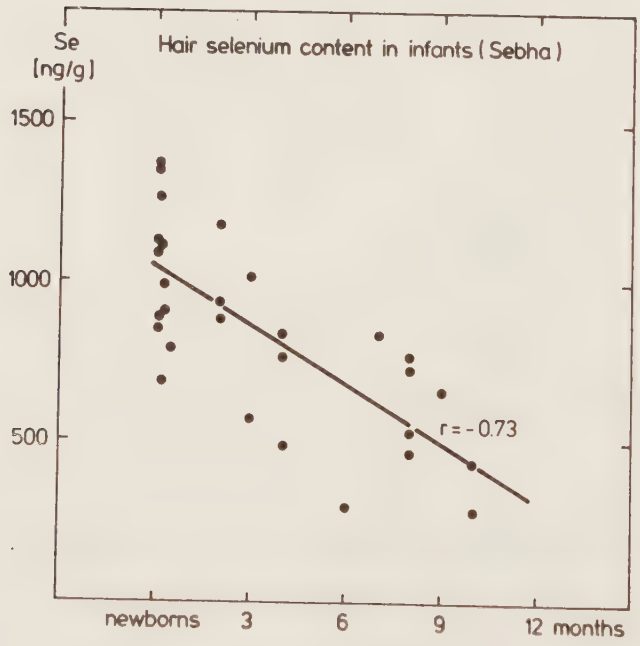
xx mixed food

Table II: Selenium content of hair

country	number	age (years)	hair Se (ng/g) $\bar{x}$	SD	publication
USA	8	3.5.-8.4	570	38	(12)
USA	30	adults	460	440	(13)
USA	188	adults	303	25-1580*	(3)
USA	260	-15	320	25-1650*	(3)
Germany	24	adults	521	182	(6)
Germany	26	1-10	429	117	(10)
China	1478	children (Keshan-affected areas)	74	50	(2)
China	1745	children (non affected area)	359	173	(2)
China	65	adults Se intoxicated)	32200		(4)

*range

Fig. I: Hair selenium content (ng/g) in infants from Sebha (South Libya)



Literature

1. CHEN, X., YAN, Y., CHEN, Y., WEN, H., GE, K.: (1980) Studies on the relations of selenium and Keshan disease. Biol trace Elem Res 2:91

2. CHEN, X., CHEN, X., YANG, G., WEN, Z., CHEN, J., GE, K.: (1981) Relation of selenium deficiency to the occurrence of Keshan disease. In selenium and Biology and Medecine, Avi Publ. Co, Westport, Conn., eds J.E. Spallholz, J.L. Martin, H.E. Ganther, pp 171-175

3. CREASON, J.P., HINNERS, T.A., BAUMGARNER, J.E., PINKERTON, C.: (1975) Trace elements in hair, as related to exposure in metropolitan New York. Clin Chem 21:603

4. GUANGQI, Y., SHUZHEN, W., SHENSI, K., RUIHA, Z., SHUZHUANG, S.: Endemic selenium toxicosis of man in China. Unpublished data

5. JERVIS, R.E.: (1967) Applications of activation analysis in forensic science. International Atomic Energy Agency, Amsterdam

6. KASPEREK, K.: (1982) Unpublished data

7. KASPEREK, K.: (1974) Analytical techniques for the determination of 20 trace elements in biological samples by means of instrumental thermal neutronactivation analysis. In: Proc of the 2nd internat conf on nuclear methods in environmental research, U.S. Energy research and development administration. Conf 740701

8. Selenium in the heart of China. Editorial. Lancet II (1979) 889.

9. LOMBECK, I., KASPEREK, K., HARBISCH, H.D., FEINENDEGEN, L.E., BREMER, H.J.: (1977) The selenium state in healthy children. I. Serum selenium concentration at different ages; Activity of glutathione peroxidase of erythrocytes at different ages; Selenium content of food of infants. Eur J Pediatr 125:81

10. LOMBECK, I., KASPEREK, K., HARBISCH, H.D., BECKER, K., SCHUMANN, E., SCHRØTER, W., FEINENDEGEN, L.E., BREMER, H.J.: (1978) The selenium state of children. II. Selenium content of serum, whole blood, hair and the activity of erythrocyte glutathione peroxidase in dietetically treated patients with phenylketonuria and maple-syrup-urine disease. Eur J Pediatr 128:213

11. LOMBECK, I., KASPEREK, K., BONNERMANN, B., FEINENDEGEN, L.E., BREMER, H.J.: (1978) Selenium content of human milk, cow's milk infant formulas. Eur J Pediatr 129:139

12. SCHROEDER, H.A., FROST, D.V., BALASSA, J.J.: (1979) Essential trace metals in man: Selenium. J Chron Dis 23:227

13. VALENTINE, J.L., KANG, H.K.: (1980) Selenium concentrations and glutathione peroxidase activities in a population exposed to selenium via drinking water. J Toxicol Environm Health 6:731

Herrn Prof. Dr. H.J. Bremer danke ich für die Überlassung des Themas sowie für seine freundliche Unterstützung.

Ebenso gilt mein Dank Frau Prof. I. Lombeck für ihre wertvollen Anregungen und ihre Unterstützung.

Für die Selenbestimmung mit der instrumentellen Aktivierungsanalyse möchte ich Herrn Dipl. Physiker Dr. K. Kasperek danken.

Lebenslauf

Am 24.12.1950 wurde ich, Ibrahim Musa-Alzubaidi, als zweiter Sohn des Beamten Abdulghader Musa-Alzubaidi und seiner Ehefrau Mariam, geb. Eldukali, in Tripolis/Libyen geboren.
Im Jahre 1956 erfolgte meine Einschulung in die Grundschule.
Von 1960 bis 1968 war ich Schüler eines naturwissenschaftlichen Gymnasiums in Tripolis, wo ich im Juli 1968 die Reifeprüfung bestand.
Mein Deutschlandaufenthalt begann im November 1968 mit einem Deutschsprachkurs am Goethe - Institut. Von April 1969 bis März 1970 absolvierte ich als Voraussetzung für das Studium in Bonn das Studienkolleg.
Im Sommersemester 1970 immatrikulierte ich mich an der Rheinischen Friedrich - Wilhelms - Universität zu Bonn für das Fach Medizin. Dort legte ich März 1971 das Vorphysikum, im September 1972 das Physikum und im Januar 1976 das Staatsexamen ab. Nach der Medizinalassistentenzeit in Hückeswagen (Chirurgie) und in Bochum (Innere), erhielt ich im März 1977 die Approbation.
Von September 1977 bis Juli 1978 arbeitete ich als Assistenzarzt in der Kinderklinik Tripolis/Libyen. Da es in Libyen keine Möglichkeit gibt, eine Fachausbildung zu absolvieren, wurde ich nach einjährigem Aufenthalt in Libyen von der Universität Tripolis zur weiteren Fachausbildung nach Deutschland geschickt.
Von Dezember 1978 bis April 1979 war ich als Gastarzt an der Universitätskinderklinik Düsseldorf tätig. Von April 1979 bis November 1980 war ich als Assistenzarzt in der pädiatrischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Waldbröl tätig. Seit Dezember 1980 setze ich meine pädiatrische Fachausbildung an der Universitätskinderklinik Düsseldorf fort.